仕様書

１．件名：　平成24年度　発電用原子炉等安全対策高度化技術開発
炉心の安全性高度化（炉内構造物流動試験　試験装置設計及び事前解析）

２．目的

本仕様書にて定める作業の目的は以下のとおりである。

炉心の安全性及び環境性能を一段と高めるために、現行炉心に比べ、制御棒を中心とした炉心の制御能力を大幅に強化し安全停止能力を飛躍的に高めるとともに、炉心の可燃毒物使用の拡大により、ほう酸廃棄物を削減し環境負荷の低減を図るものである。

本技術開発の目標は、これらを実現する技術として、SBO時等事故時の安全停止能力の大幅向上や過冷却事象におけるほう酸に頼らない制御方策実現のために、制御棒の性能向上や制御棒設備の増強について検討し、先行炉も含めた安全停止能力の向上に必要な指標を策定する。具体的には、炉心の制御機能を高度化するため、中性子吸収能力を大幅に高めた高性能制御棒クラスタとRCC多数設置が可能な新型炉内構造物を開発し、試験によりその健全性及び信頼性を確認する。これらの構造は、標準的なPWRに使用できることを考慮し開発する。

さらに、プラントの安全停止機能として重要なスクラム時の制御棒挿入機能について、挿入性向上対策の効果と影響を試験により確認する。

原子炉内の流動試験では、炉停止機能を大幅に高めた制御棒多数設置構造の健全性の確認に加えて、安全評価の観点から重要な事故時の自然循環による冷却状態における炉内流動挙動を確認する。さらに、大型炉の主流である4ループ主体の試験を基に、ループ数の違い等による影響を把握し、解析シミュレーション技術の整備や設計評価手法の信頼性を確認することにより、高度化炉心に関わる開発技術を中型炉（2ループ）開発や先行炉等に、効率良く展開できるようにする。

そこで、これらの設計検証用として、下部プレナムや上部プレナム、また炉内全体を対象とした、流動解析・振動解析及び水力試験・流動振動試験を実施する。加えて、炉内流動性状の詳細な把握を目的として要素流動試験を実施し、解析モデルの改良に反映する。

本年度はこれらのうち、前年度(2011年度)の検討した結果をもとに流動及び流動振動試験の詳細計画を実施する。燃料とインターフェースのある部分を中心に、流動・振動解析を反映させた試験装置設計を含んだ計画の検討を行うものである。

３．実施内容

本仕様書にて定める実施内容は以下のとおりである。

なお、実機炉内構造物のモデル化に必要な関連図は当社より提示する。また、これらの各検討作業は他の事業参画者とも連携の上実施する。

(1) 下部プレナム部流動解析の準備及び実施

次世代軽水炉構造物の下部プレナム部のモデル化、メッシュ作成を行い、定常解析または非定常解析にて流動状況確認を行う。アウトプットとしては、流速分布・静圧分布などを対象とし、各部の流動状況を確認する。また、試験体製作図をもとに解析モデルを作成して流動解析を実施する。解析では、試験計画における計測機器の評価、計測器の設置の影響評価も併せて確認するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった下部プレナム部の要素試験を対象とした解析を実施し、供試体の評価、計測機器の評価及び計測器の設置の影響を確認する。

(2) 下部プレナム部流動振動解析の準備及び実施

下部プレナム部流動試験の試験体固有振動数及び振動モードを把握するために、試験体製作図をベースに解析モデルを作成して固有値解析を実施する。解析モデルは、流動振動解析にも使用することを想定し、振動強度が評価可能な解析規模とする。解析では、試験計画において検討した各種計測器を設置した際の影響評価も併せて実施し、選定した計測器の妥当性を確認するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった、下部プレナム部の要素試験及びRCP圧力脈動を対象とした要素試験に対する解析を実施し、供試体の評価、計測機器の評価及び計測器の設置の影響を確認する。

(3) 下部プレナム流動試験計画

① 試験計画

下部プレナム部流動試験全体の詳細計画を立案し、供試体の詳細構造をまとめるとともに、試験に要求される各種計測仕様の詳細内容を固める。計測項目は、下部プレナム部までの各種流速分布や圧損評価、炉心入口流量分布、炉内構造物の流体荷重評価などを想定する。仕様の検討にあたっては、必要に応じて(1)(2)項の解析結果を参考とする。

流動関連の計画としては、構造や設備をもとにした相似則（縮尺比）検討、計測項目の抽出、それに対応して必要な計測機器の選定、校正方法、具体的な設置方法（ケーブルのワイヤリング含む）、試験計測の要領及び取得データの分析・評価方法の詳細を計画書として作成するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった下部プレナム部の要素試験を実施するための詳細計画を立案する。

内部構造物の振動計測計画として、必要な計測機器の選定、具体的な設置方法（ワイヤリング含む）及び取得したデータの分析・評価方法の詳細を計測計画書として作成する。その際、(2)項の解析にて、設置した計測器の影響評価を含めた計測計画の妥当性を確認するものとする。なお、内部構造物の振動計測としては、流動試験及びRCP圧力脈動試験の２種類の試験において実施するものとし、上記２種類の試験において詳細計測計画を検討し、まとめるものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった、下部プレナム部の要素試験及

びRCP圧力脈動を対象とした要素試験を実施するための詳細計画を立案する。

② 試験装置計画

①の計画をもとに、供試体の計画を立案し、設備等を含めた試験装置の計画及び供試体の設計条件を明確にする。

③ 試験装置詳細設計

①及び②の計画をもとに、供試体の詳細設計を実施し、供試体の図面を製作する。この際、試験供試体の強度評価を実施し、系統の圧力に対して十分耐えうる強度をもつことを確認し、強度報告書としてまとめる。

(4) 上部プレナム部流動解析の準備及び実施

次世代軽水炉構造物の上部プレナム部のモデル化、メッシュ作成を行い、定常解析または非定常解析にて流動状況確認を行う。アウトプットとしては、流速分布・静圧分布などを対象とし、各部の流動状況を確認する。また、試験体製作図をもとに解析モデルを作成して流動解析を実施する。解析では、試験計画における計測機器の評価、計測器の設置の影響評価も併せて確認するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった上部プレナム部の要素試験を対象とした解析を実施し、供試体の評価、計測機器の評価及び計測器の設置の影響を確認する。

(5) 上部プレナム部流動振動解析の準備及び実施

上部プレナム部流動試験の試験体固有振動数及び振動モードを把握するために、試験体製作図をベースに解析モデルを作成して固有値解析を実施する。解析モデルは、流動振動解析にも使用することを想定し、振動強度が評価可能な解析規模とする。解析では、試験計画において検討した各種計測器を設置した際の影響評価も併せて実施し、選定した計測器の妥当性も併せて確認するものとする。

(6) 上部プレナム流動試験計画

① 試験計画

上部プレナム部流動試験全体の詳細計画を立案し、供試体の詳細構造をまとめるとともに、試験に要求される各種計測仕様の詳細内容を固める。計測項目は、炉心出口より出口ノズルまでの各種流速分布や圧損評価、炉心入口流量分布、炉内構造物の流体荷重評価などを想定する。仕様の検討にあたっては、必要に応じて(4)(5)項の解析結果を参考とする。

流動関連の計画としては、構造や設備をもとにした相似則（縮尺比）検討、計測項目の抽出、それに対応して必要な計測機器の選定、校正方法、具体的な設置方法（ケーブルのワイヤリング含む）、試験計測の要領及び取得データの分析・評価方法の詳細を計画書として作成するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった上部プレナム部の要素試験

を実施するための詳細計画を立案する。

内部構造物の振動計測計画として、必要な計測機器の選定、具体的な設置方法（ワイヤリング含む）及び取得したデータの分析・評価方法の詳細を計測計画書として作成する。その際、(2)項の解析にて、設置した計測器の影響評価を含めた計測計画の妥当性を確認するものとする。また、前年度（2011年度）の検討をもとに必要となった上部プレナム部の要素試験を実施するための詳細計画を立案する。

② 試験装置計画

①の計画をもとに、供試体の計画を立案し、設備等を含めた試験装置の計画及び供試体の設計条件を明確にする。

③ 試験装置詳細設計

①及び②の計画をもとに、供試体の詳細設計を実施し、供試体の図面を製作する。この際、試験供試体の強度評価を実施し、系統の圧力に対して十分耐えうる強度をもつことを確認し、強度報告書としてまとめる。

(7) 報告書作成

(1)～(6)項の検討結果を検討報告書（本文はワードファイル、デジタルデータはエクセルファイル。図面をCAD図にて作成した場合は、CAD図も含む）にとりまとめる。

４．実施条件

実施条件詳細は三菱重工から別途提示する。

５．実施期間および実施工程

実施期間は、契約締結日から平成２５年２月８日とする。
表１に実施工程を示す。

６．納入物及び納期

最終報告書３部及び報告書を収めたCD-ROM１枚
提出図書：添付１に提出図書を示す。

７.納入場所

報告書及びCD-ROM:三菱重工業株式会社神戸造船所（兵庫県神戸市）
提出図書：三菱重工業株式会社神戸造船所（兵庫県神戸市）

８．機密保持事項

本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見を、三菱重工業株式会社の事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

９．知的財産権

（１）本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見は、三菱重工業株式会社に帰属するものとする。
（２）受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的財産権を侵害しないように十分注意すること。

１０．品質保証

受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたっては、別途に定める“調達先に対する品質保証要求事項（原子力施設にかかわる設計役務全般）”を遵守すること。

１１．その他

（１） 本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。
（２） 各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に三菱重工業株式会社神戸造船所に申請し承認を得るものとする。
（３） 実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。
（４） 作成した資料の情報管理区分については三菱重工業株式会社神戸造船所と協議し決定する。
（５） 本件の実施者は、発電用原子炉等安全対策高度化技術開発における炉心の安全性高度化に関わる研究の全体取りまとめに協力する。

表1　実施工程

平成24年度4半期	1	2	3	4
(1) 下部プレナム部流動解析の準備及び実施				
(2) 下部プレナム部流動振動解析の準備及び実施				
(3) 下部プレナム流動試験計画				
(4) 上部プレナム部流動解析の準備及び実施				
(5) 上部プレナム部流動振動解析の準備及び実施				
(6) 上部プレナム流動試験計画				
(7) 報告書作成				
最終報告書提出				▼ 2013/2/8

添 付

提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書*1	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	安全計画書			承認用	1	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書	適宜		承認用	1	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	1	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	1	月初5営業日以内
	立会申請書			参考用	1	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜		承認用	1	計画変更時
	打合せ議事録		打合せにて、変更が生じた場合	承認用	1	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	品質管理仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書			承認用	1	購入前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書			承認用	1	施工前2週間以前
	施工図			承認用	1	施工前2週間以前
	工事報告書			参考用	1	工事完了後2週間以内
試験	試験要領書			承認用	1	試験前2週間以前
	試験報告書			参考用	1	試験後2週間以内
廃棄･撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
	仮設備の撤去･分別解体に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
現地検査	検査要領書（立会い要領書）			承認用	1	検査前2週間以前
	検査報告書			参考用	1	納入時
報告	最終報告書および電子記録媒体	○		参考用	別途指示	納入時
完成検査	納品書（完了届け）	○		参考用	1	納入時
	実績報告書	ー		参考用	1	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	1	納入時
	機器一覧表			参考用	1	納入時
	工程写真			参考用	1	納入時
	官庁検査合格書等			参考用	1	納入時
	機器取扱説明書			参考用	1	納入時
	完成写真			参考用	1	納入時
	完成図書及び電子記録媒体	○	提出済図書一式（含 最終報告書）	参考用	1	納入時
支払い	請求書	○		-	1	確定後速やかに

*1.「○」は提出必須